

第一章

制造业生产方式与管理模式的发展

制造的历史与人类的历史一样悠久。马克思曾说：“能制造和使用工具是人和动物的根本区别”。物质财富的制造是人类社会最基本的实践活动，是人类文明的基石。可以说，制造业作为世界经济支柱，必将随着人类的生存发展而持续下去。然而，社会、经济和科学技术等众多因素一直在影响着制造业的生产方式，即人类造物的基本概念。而与生产方式相适应的管理模式也在日益变化。在本世纪内，这种造物的概念曾几次在东西方发生改变，而且在当今信息技术日新月异、市场竞争日益激烈和全球一体化的知识经济时代，它又在不断地朝新的方向发展。在围绕制造业的生产方式和管理模式上，这些年来出现了许多新的概念，如柔性制造系统（Flexible Manufacturing System:FMS）、计算机集成制造（Computer Integrated Manufacturing:CIM）、精良生产（Lean Production:LP）、敏捷制造（Agile Manufacturing:AM）、并行工程（Concurrent Engineering:CE）、供应链管理（Supply Chain Management:SCM）、质量功能部署（Quality Function Deployment:QFD）、批量客户化生产（Mass Customization:MC）、清洁生产（Green Manufacturing），以及企业重构（Business Process Reengineering:BPR）、组织扁平化（Flattened Organization）、团队组织（Team Organization）和组织学习（Organizational Learning:OL）等等。制造业生产方式和管理模式的变革将会极大地影响企业的发展，同时对整个社会产生巨大的影响。对中国企业而

言，这尤其是值得关注的重大问题。本章将从总体上对制造业生产方式的进化和管理模式的发展进行总结和分析，以期对我国制造企业未来生产方式和管理模式的改革发展提供参考。

第一节 制造业生产方式的进化

1. 第一阶段：单件生产方式 (Craft Production)

在 19 世纪及其以前，制造业主要采用的是单件生产方式。顾名思义，这是一种完全基于客户订单的、一次制造一件的生产方式。它主要是采用通用的设备和熟练的工人进行手工生产，是人类最初工业化时期的产物。英、法等欧洲国家是工业革命的发源地，这种单件生产方式在那里领先了若干世纪。这种生产方式的特点是灵活性强、生产品种多，但批量太小，这显然使得产品制造成本很高。因此，当时除了像英国议员和各种富商们能买得起汽车这样的单件订购产品外，普通百姓是无从问津的。另外，这种靠手工生产的产品，其质量也难以得到保证，修理起来也不方便。原因是零部件都是单件生产出来的，它们之间没有互换性。

2. 第二阶段：大量生产方式 (Mass Production)

第一次世界大战之后，美国福特汽车公司的亨利·福特和通用汽车公司的阿尔弗莱德·斯隆开创了世界制造业生产方式的新纪元，把欧洲领先了若干世纪的单件生产方式转变为大量生产方式。福特发明了世界上第一条流水生产线。大量生产方式的特点是采用昂贵的专用设备，雇佣非熟练与半熟练的工人进行生产，产品设计也是由精通某些狭窄专业的技术人员完成。这种方式还解决了零件的互换性技术，因此可以生产出大量的标准化产品。由于专用机械设备的成本非常高，决不允许中断生产，为了保证生产不间断，企业准备许多重要的缓冲环节（包括额外的场地、工人、协作厂及库存），由于产品

换型所需花费大，因此厂家总是尽量地减少产品设计和标准的更改。显然，这种生产方式是通过规模来降低成本，而且还能通过重复性和互换性保证质量和良好的维修性。然而这种方式致命的弱点是：生产品种单一、产品更新困难。这种生产方式在一次大战之后相当长的时期里得到了巨大的发展。当时美国及整个世界市场的情况是供不应求，完全是卖方市场。在这种情况下，大量生产方式得以迅速发展，并开始向汽车以外的各行业扩展，结果使得美国很快控制了世界经济和市场，成为头号经济强国。这种生产方式对整个世界制造业产生了巨大的影响，是人类在工业化成熟时期采用机械化、电气化等技术取得的巨大成就，至今我们还可以在世界各国看到它的存在。

3. 第三阶段：精良生产方式 (Lean Production)

第二次世界大战之后，日本丰田汽车公司的丰田英二和大野耐一在总结了美国大量生产方式和日本市场的特点后，首创了“精良生产”方式。精良生产是采用通用性大而且自动化程度又高的机器来生产品种可以有各种变化的大宗产品，在生产上雇佣多技能工人进行操作。在生产控制上是采用“准时制”或“拉式”法，即任何一个工位的生产只有在其后续工序需要而且发出指令时才进行，这样就避免了很大的额外库存量，大量节约了资源。总之，精良生产方式综合了单件生产与大量生产方式的优点，而且去除了各自的缺点，这样它既能生产不同的品种，又能保持较大的批量，因此成本低、质量好、花样也多。这种生产方式战后在日本得到了很大发展，很快在日本岛内其他行业兴起，大大提高了日本企业的竞争力，使日本在汽车、家电等许多行业在 80 年代中后期不断打败美国，曾一度控制了世界经济，保持了经济强国的地位。

4. 第四阶段：计算机集成制造 (Computer Integrated Manufacturing: CIM)

70 年代以来，随着社会经济的发展和科学技术的进步，商品市

场发生日益深刻的变化,人们对产品的质量、成本和种类要求越来越高,产品更新换代速度加快,其生命周期越来越短,市场竞争日益激烈。此时,一个企业的生产系统必须对市场具有快速反应的能力,能及时向市场提供多品种、高质量、低成本的产品,因此生产系统的柔性成为市场的迫切需要。自 70 年代开始,计算机技术用于制造领域,极大地改变了人们对造物的概念,各种不同的新技术和方法不断出现。譬如:数控(Numerical Control: NC)、计算机数控(Computer Numerical Control: CNC)、直接数控(Direct Numerical Control: DNC)、计算机辅助设计(Computer Aided Design: CAD)、计算机辅助工程(Computer Aided Engineering: CAE)、计算机辅助工艺编程(Computer Aided Process Planning: CAPP)、快速原型制造(Rapid Prototype Manufacturing: RPM)、虚拟制造(Virtual Manufacturing: VM)、并行工程(Concurrent Engineering: CE)、柔性制造系统(Flexible Manufacturing System: FMS)、制造资源规划(Manufacturing Resource Planning: MRP II)、供应链管理(Supply Chain Management: SCM)、质量功能部署(Quality Function Deployment: QFD)、以及计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System: CIMS)等等。而 CIMS 就是指用计算机这样一种擅长处理信息数据的工具,把产品的设计、制造、装配和检测等所有生产阶段的活动和部门集成起来,使整个企业的生产系统成为一个统一的整体,从而能对市场变化作出更快的响应。可以说,CIMS 是以上所有技术的综合集成。

如果按照应用于制造产品的不同阶段,这些技术可分为:

(1)用于产品设计过程的技术。计算机辅助设计(CAD)主要是用计算机进行产品设计,代替手工设计和绘图。计算机辅助工程(CAE)主要是用计算机进行产品的性能及生产制造过程的模拟仿真,以期根据仿真结果对产品设计进行优化。快速原型制造(RPM)主要是将(CAD)生成的计算机图形,通过特殊的处理方法如分层、烧结、沉积等,转化为实物模型的技术,它使人们能真实地看到模型产

品，从而能更好地优化产品设计，主要为产品设计服务。但现在 RPM 技术已可用于批量的生产过程，如熔模铸造。虚拟制造（VM）主要是利用计算机和电子技术提供的视、听、触、力等三维感觉交互手段，形成对存储在计算机中的产品模型的一种虚拟环境。通过各种传感设备，用户可根据自身的感觉，使用人的自然技能对虚拟世界中的客体进行考察或操作，参与其中的事件。这种技术是一场巨大的设计革命。并行工程是指在产品设计阶段，就组成一个包括了产品各生命周期（如设计、工艺、制造、检测等）有关人员在内的开发小组，在计算机协同工作环境下对产品的设计及后续各阶段的问题（如工艺性、可制造性、可装配性以及可检测性等）进行考虑，使产品设计周期尽量缩短，保证上市时间。

并行工程是美国防御分析研究所（IDA）在 80 年代后期提出来的。这里要强调的是，在产品的整个生命周期中，设计开发过程对产品的生产制造效率、质量以及成本等有着非常重大的影响，因此除了要开发制造过程的技术外，还必须探讨改进设计过程的技术。因此，并行工程现在是学术界和企业界都十分关注的课题。

（2）用于工艺设计的技术。计算机辅助工艺编程（CAPP）是指用计算机进行产品工艺方法和过程的辅助设计。

（3）用于生产计划管理的技术。制造资源规划（MRPII）主要是根据产品的种类、数量以及企业其他有关资源生成产品生产的计划，以便组织生产。

（4）用于制造过程的技术。数控（NC）、计算机数控（CNC）、直接数控（DNC）是指采用已编好的计算机程序来控制加工过程，以代替手工操作机床。计算机辅助制造（CAM）则是指把计算机辅助工艺编程（CAPP）得到的工艺过程由计算机来生成机床的加工程序或代码的过程。柔性制造系统（FMS）是指通过计算机编程控制，使得在由几台机器组成的加工设备上能同时制造不同种类和尺寸的零件，保证了成本和灵活性的统一。计算机集成制造系统（CIMS）则是在 70 年代由美国人约瑟夫·哈林顿（Joseph Harrington）博士首次提出。

他认为,传统的产品制造由产品设计、工艺设计、生产规划、制造加工、装配、检测 以及其他如市场分析、财务、采购等一系列部门的活动组成,而实质上这些活动是不可分割的,而且所有这些物流的活动实际上是一种信息流的活动,零件和产品则为这些信息流的物质体现。因此他认为,可以用计算机这样一种擅长处理信息数据的工具把产品生产阶段的活动和部门集成起来,这样将使得整个企业的生产系统成为一个统一的整体,而且能对市场变化作出更快的响应,能生产多品种中小批量产品。

(5) 用于质量控制过程的技术。产品质量一直是企业竞争力的关键之一,这一时期出现了很多新的质量管理理念和方法,如全面质量管理(TQM)、统计质量控制(SPC)、田口设计以及质量功能部署(QFD)等。其中质量功能部署是最有代表性和实用性的方法之一。

(6) 用于产品全生命周期中供应系统的技术。随着各种信息和自动化技术在生产制造过程中的不断应用,制造环节的生产率已得到了很大的提高。为了挖掘诸如降低成本和满足客户需要方面的潜力,人们将目光投向产品全生命周期中的供应环节。因此,供应链管理正被学术界和企业界逐步重视,被列为企业一项重要战略竞争资源。当然对我国来说,真正从供应链概念的角度来管理企业有关的生产经营活动,则还是一个新课题。

5. 第五阶段:批量客户化生产(Mass Customization: MC)

随着市场竞争的日益激烈,顾客越来越需要既能满足其个性化的需求同时价格又相对低廉的产品。在这种情况下人们在 80 年代初提出了一种新的生产方式——“批量客户化生产(Mass Customization:MC)”这是指既具有大量生产方式下的高效率、低成本,又能像单件生产方式那样满足单个顾客需求的生产模式。当前,美欧日等工业发达国家的企业界和学术界正兴起一股批量客户化生产的热潮。很多著名的大公司如惠普公司、丰田汽车公司、摩托罗拉公司、Benetton 制衣公司等都在采用各种方式实行批量客户化生

产方式，以提高其国际竞争力。据有关资料统计，目前美国和欧洲都已有 70% 的大企业在按这种批量客户化生产方式重新经营和规划其生产系统。

批量客户化生产方式能存在的一个最重要的原因就是，人们对产品功能的需求尽管有差别，但也有共性。实行批量客户化生产方式的关键就在于，首先真正从本质上弄清顾客个性化的需求，并从产品设计、生产、装配、供应以及销售等整个生命周期和活动环节上进行规划，从而决定在哪些环节上应该根据顾客的个性化需求进行生产，在哪些环节上又可沿用批量生产的方式。这样就能达到满足客户化需求和一定规模下低成本二者的统一。不同公司实行批量客户化生产有不同的作法。推迟制造 (Postponed Manufacturing) 就是这其中典型的方式之一，它是指只有到最接近顾客需求的时间和地点才进行某一环节的生产。以生产圆领衫为例，在大量生产模式下，圆领衫的生产是采用同一花色、大量生产不同型号大小的衣服。其结果是，在街上人们所穿的圆领衫千篇一律，没有新鲜感。而实际上，人们对圆领衫型号的要求只有大、中、小几种，而上面所印的图案和文字才真正反应了人们不同的兴趣和爱好。因此可以在服装厂用批量生产方式生产出不同型号、但没有印花的圆领衫，而将印花工序推迟到销售中与顾客接触的时候，可以根据顾客的不同要求，现场将顾客喜爱的图案和文字印在圆领衫上 (新的廉价的速热印花技术使其成为可能)，甚至还可以印上本人的照片。这样顾客拿到的就是一件既满足了其个性化需要，而又接近批量生产成本的圆领衫。同样的例子还有 Benetton 制衣公司 (它生产毛绒衫时 先制成白毛衣再染色 而不是先染色再针织) 惠普公司给不同国家生产打印机时 将插头的生产和装配放在最接近该国客户的时点进行。以上的例子实际上也可以说是通过对生产过程的重构来实现的。另外，虚拟现实 (Virtual Reality) 技术也可以使生产厂家更能满足顾客的需求。在服装设计时，可应用计算机模拟出服装穿在顾客身上的效果，顾客可以通过计算机从各个角度看到服装穿在自己身上的效果，提出要求

和建议，并随时进行调整，直到满意为止。用户订购汽车时也可以在虚拟现实环境下根据其喜好、家庭成员个数等参与设计。公司开发新车型时还可以在计算机上模拟撞车试验和各种检测，发现问题马上改进，直到基本符合要求后才生产样车进行真车碰撞。这样开发一个新车型只需生产 3~4 辆样车，大大减少了设计过程中的成本。

另外，有些公司还通过采用产品模块化设计与组合、模块化可拼接的生产线（如摩托罗拉公司）以及集成化的供应链管理（Integrated Supply Chain Management: ISCM）等方式来实现批量客户化生产方式。

6. 第六阶段：敏捷制造（Agile Manufacturing: AM）

敏捷制造是 1988 年美国通用汽车公司和利海（Leigh）大学共同研究提出的一种全新的制造业生产方式。敏捷制造的目标是要建立一种能对用户的要求（包括新产品或增值服务等）作出快速反应、及时满足的生产方式。英文“Agile”一词是“敏捷、灵活、快速”的意思。要实现这一目的，敏捷制造创造性地提出了如下设想：要提高企业迅速响应市场变化和满足用户的能力，除了必须充分利用企业内部的资源外，还必须而且更重要的是要充分利用整个社会其他公司企业的资源。具体来说，当企业得知用户对某一个产品或服务的需求时，便迅速通过全国或全球信息网络，迅速从本公司和其他公司选出各种优势力量，形成一个临时的经营实体即虚拟公司（Virtual Company），来共同完成这一个产品或项目。而一旦所承接的产品或项目完成，虚拟公司即自行解体，各个公司又会不断地转入到其他项目中去。只有这样才能不断抓住机会，赢得市场竞争，获得长期经济利益。可以看出，这种生产方式打破了传统企业固定不变的、限定的企业边界和组织结构，而代之以动态多变的、范围更广的网络式组织结构形式。这些虚拟公司既可以是由企业与供货厂家、用户组成的专业项目组，也可以是由相互竞争的公司共同组成的临时机构。显然这是在全球经济一体化和信息技术高度发达的时代实现批量客户化

生产的最高形式。

要实现敏捷制造这样一种能对市场变化作出快速反应的生产方式，必须建立一个共同的信息基础结构。它包括信息高速公路、宽带通信信道、严密的通用数据交换标准、庞大的可共享的各种制造信息数据库以及迅速寻找合作制造伙伴的决策支持系统等等。通过这种基础结构和计算机网络，便可把全美各个分散的制造公司企业、研究机构甚至政府部门等联系在一起，通过某种协约，使它们之间能够随时了解到可享用的有关信息，根据需要迅速寻找合作伙伴组成虚拟公司，充分利用整个社会的资源，来满足市场和用户的需求，从而赢得竞争。

因此，敏捷制造不仅是传统意义上企业采用的一种生产方式，更是整个美国为发展其 21 世纪制造业的一个全国性战略方针。这种方针是和美国克林顿政府当前正大力开展的建造全国性信息高速公路的科技政策密切相关的。像美国本世纪 20 年代开始形成全国铁路网、50 年代末形成高速公路网一样，信息高速公路的设想是通过计算机和光导纤维把美国几百万个公司企业、几千所大学、1.25 亿个家庭以及政府机关、医院和图书馆等联系在一起，取代美国目前主体的铜线网 提高信息通信的数量、速度和质量 奠定 21 世纪的发展基础。就像信息高速公路将大大改变美国 21 世纪国家管理、教育、工作及生活方式一样，敏捷制造也将大大改进下世纪美国制造业的竞争力。因为在敏捷制造这样一种全新的生产方式下，企业之间合作与竞争共存而且不断地进行这种关系的变化交替。如果我们将这些企业看作是元素或小的子系统，那么根据协同学和自组织理论，这些元素或子系统之间在这种相互间“竞争——合作”机制作用下 将会有效地进行自组织，形成有序结构，有利于整个社会经济系统熵值减少。合作将使得企业风险减少而且其资金、技术、设备、人力及信息资源都得到了最充分的利用，而竞争又提高了企业的创造性和积极性。这样，在每一个企业资源都得到了充分、高效、优化利用的基础上，整个社会的资源配置是最优的。所以敏捷制造将极大地提高

下世纪美国制造业的竞争力以及整个国家的经济实力和国力。随着全球经济一体化和统一市场的形成，敏捷制造将对世界经济产生深远的影响，被人们称为 21 世纪主导的生产方式。

第二节 制造业企业管理模式的发展

在以上对生产方式发展趋势的论述中，我们着重阐述了其中偏“硬”的技术成分，而实际上任何一种生产方式中都包含了与这种技术相适应的管理模式（偏“软”的部分）。马克思指出：“生产力决定生产关系，生产关系对生产力具有反作用”。这里我们似乎可把生产方式和管理模式类比为生产力和生产关系。因此可以推断管理模式的发展在很大程度上取决于生产技术的发展。然而，管理模式是与社会形态、文化价值观和理念密切相关的。近年来，世界上特别是西方学者对企业管理模式的发展提出了很多新思想，主要表现在以下几个方面。

1. 企业经营过程重构

美国麻省理工学院的哈默（M. Hammer）教授等人于 1993 年首先在其著作《Reengineering the Corporation》中提出了“企业经营过程重构（BPR）”的思想，曾经轰动全世界。这几年成为各国研究和应用的热点。它的中心思想是：长期以来建立在英国经济学家亚当·斯密的“劳动分工论”基础之上的生产经营方式及组织管理方式已经不能够适应当代急剧变化的商品市场需求，必须抛弃这种“分工越细、效率越高、经营效果越好”的观念，以及由此而形成的金字塔式的层层递阶控制、部门繁多、分工巨细的组织结构，而必须在重新审视整个企业生产经营过程后，根据企业的工作流程包括物流和业务流，利用信息技术对企业的组织结构和工作方法进行“彻底的、根本性的”重新设计，以适应当今市场发展和信息社会的需求。他们由此提出了企业的组织结构和工作设计应该要从面向功能（Function-oriented）

转变成面向过程 (Process-oriented) 强调要以作业流程为中心 依照跨部门的作业流程, 将分散于各部门的职务重新组合等等一系列企业重构的原则。这一思想正在对全世界制造业企业的管理产生深远的影响, 值得我国企业高度关注。

2. 企业组织结构的变化

关于企业组织结构的变化, 出现了诸如组织的扁平化、网络化、分形组织和自组织系统等思想, 反映了一些西方学者对企业未来组织形态的设想。

(1) 扁平化。信息技术的高度发展将会大大改变企业内部信息沟通方式和中间管理层的作用。在传统企业中, 中层管理人员作为信息传递、中继以及监督的功能完全可以由计算机和网络技术等取代, 因而使得企业层级减少, 实现扁平化在技术上已不成问题。另外, 随着市场竞争的日益激烈, 企业需要加快信息传递和沟通的速度, 这使得组织扁平化显得十分必要。西方企业这些年开展了大量扁平化活动 我国个别企业也有。

(2) 网络化。在敏捷制造这种 21 世纪主导的生产方式中, 传统的企业组织结构概念发生了很大变化, 主要表现在每接到一个任务或订单 企业会将信息发到网上 通过网上的谈判协商 形成一个包括不同公司不同部门 由信息网络连接而成的临时网络组织 来共同完成某个项目。网络化组织取消了传统企业之间的界限, 甚至超越国界走向全球。

(3) 不完整化和多样化。这是指在信息网络时代的敏捷制造方式中 由于信息的高度发达和企业之间经常的“合作——竞争”机制, 使得“优胜劣汰, 适者生存”以及“用进废退”等这样一些自然法则发挥巨大的选择和淘汰作用。一个企业在合作竞争中, 只可能保留住自己的优势组织或部门。这样从整个社会来说, 企业的组织结构将越来越显得不完整 因而呈现多样化的趋势。譬如说 整个企业产品设计部门技术强 而生产部门弱 则前者就被保留 后者则可能被淘

汰。在未来社会，那种“大而全”的企业组织结构很难再存在下去。拿日本的丰田汽车公司和我国的某些汽车制造厂作比较：我国汽车厂从设计、工艺、零部件生产到装配等全都自己干，当然还包括人们常知的幼儿园、医务室等一切庞大的福利机构。而丰田汽车公司主要负责产品总体设计、总装、市场开发和销售以及部分重要零部件生产，而大部分零部件生产都由社会上大量专业厂家完成。

(4) 多元化。多元化是随着信息技术高度发展和全球统一市场的形成，使得企业组织中的员工越来越多地跨越（真正的跨越通过网络）国界、种族而工作，形成一种跨文化的多元化工作环境。这将是未来企业组织发展的大趋势，也会带来很多新的管理挑战。

(5) 团队化。这几年，团队工作(Team Work)方式日益在西方工业发达国家兴起，不断取代传统的、以个人作为分工基本单位的工作形式。据《企业周刊》一项研究表明，北美 1/4 的企业组织在进行自我指导工作小组(Self-directed Work Team)的试验。在这些企业中，团队组织一般由 20~30 名员工组成，一个企业中有这样的团队几十到几百个，构成整个组织的基本单元。这些团队覆盖了企业设计、生产和服务等多方面工作。譬如：瑞士的富豪 Volvo 汽车公司废除了传统的装配线流水作业形式，而代之以有高度自我管理权的团队来装配汽车。波音公司采用了由设计、工艺、制造等不同部门组成的跨部门团队 200 多个来共同开发波音 777 飞机，均取得了巨大成功。团队工作方式实际上是为了打破传统组织结构的部门界限，依据快速响应市场的需要而组织的跨部门工作小组。这些小组被赋予一定的自我管理权利，使他们能看到整个工作的成就，实际上是社会日益民主化，组织日益扁平化以及信息化和知识化的综合结果。笔者在对我国某些制造业企业的调研中，也发现了在产品开发中采用了这种跨部门工作团队，取得了良好效果。

3. 先进生产方式和先进制造系统中人的因素

近些年来，不少研究者越来越意识到人在制造系统中的作用和

地位。CIMS 的研究也开始由单纯追求技术和信息的集成，向追求技术、人和组织这三方面集成发展。然而如何实现人、组织和技术的集成，则成为当前重要的研究课题。在所有先进制造技术系统的研究开发和应用中，人的因素都是关键。

先进制造技术系统是由人、机器和环境所构成的，因此它既是一个技术系统，又是一个社会系统。从这种意义上讲，先进制造技术系统中人的因素方面的内容从总体上可以分为两个方面：人-机协同 (Human-Machine Synergism) 因素和人-人协同 (Human-Human Synergism) 因素。

(1) 人-机协同因素。由于信息、计算机、自动化等高新技术在先进制造技术系统中的广泛应用，因此人和机器之间的相互关系，或者说人在制造系统中的角色和地位确实发生了深刻的变化。人从传统制造业中直接从事体力劳动的担任者而转变为系统的监视、控制和管理者。为了求得人和机器能够真正地协同工作，必须研究下面一些问题。

第一是系统的适度自动化和人-机合理分工问题。该课题要研究一个先进制造技术系统，在其总体设计上应该如何确定其自动化程度，即什么地方该自动化，什么地方不该自动化，以及人和机器在系统中各应承担的角色，使人-机系统成为一个相互合作、补充的系统。确定的原则是要充分发挥人和机器的特长。人的特长是：处理随机、突发事件的应变能力、模糊推理能力、判断力和创造力较强，而机器则适合于做繁重、危险、重复、精确控制、程序化的各种体力和运算工作，速度快而且精度高。只有正确确定系统自动化的程度及人与机器间的合理分工，才能使先进制造系统既经济又安全可靠。

第二是人-机界面的优化设计问题。人-机界面是实现人-机系统协同工作的重要方面。一般来说，人-机界面包括以下几个层次：

- 工具性因素 (Instrumental Factors) 层。这是人与机器之间最直接、最简单的关系之一。这类关系要求机器的外形、尺寸、操纵力和行程等的设计符合人体的形态、尺寸及能力，如各种机器设备座椅

设计、操纵杆形状设计等。目的是要使人在使用过程中用力适当、感觉舒适、操作方便、安全可靠。

- 环境性因素 Environmental Factors 层。这也是人与机器之间最直接、最原始的关系之一。这类关系要求人在工作中环境条件（如机器的振动、噪声 环境的温度、湿度、照明等）的给定、设计要适合于人的生理特点 使人感觉舒适、健康、安全、生产效率高。

- 信息传递与加工性因素（ Information Transferring & Treating Factors ）层。这类因素主要涉及的是人的各种信息感觉和输出器官对机器信息的感受、传递和加工的生理特点与能力。它要求机器信息系统（包括视、听、触、语言等）的设计能符合人对信息传递的特点和能力，使得人从机器显示中获得信息，并通过机器上的控制系统对机器传达操纵指令的这些过程能够高效、准确、安全可靠。以上 3 层是传统工效学 Traditional Ergonomics 研究的主要内容。

- 认知、思维与决策因素 Cognition, Thinking & Decision-Making Factors ）层。人在操纵机器过程中除了与上述机器发生物理接触（工具性因素 + 环境性因素）以及信息层次的接触（信息传递和加工因素）外，还要经常根据各种变化情况进行思维与决策。如加工人员在操作机器系统遇到故障时，应能根据仪表上的各种信息进行快速思维和决策，迅速排除险情，避免事故。对各种不确定性因素的分析、判断和推理，从而作出正确决策往往不是机器系统能完成的，还必须依靠人的思维和决策能力。研究这类因素的重点是正确确定人和机器的合理分工，即机器应提供什么信息，人在通过人机交互寻求决策过程中机器应起的功能和作用，及人的认知、思维和决策模式（Cognition Thinking & Decision-Making Model）对正确操纵的影响。这类问题是信息时代机器高度自动化后人的因素方面应重点研究的问题，这类研究对人工智能的研究也有重要意义。

- 文化因素 Cultural Factors 层。这里的文化因素是指 对一个机器系统的外形设计、使用及操作过程设计、人机界面采用的方案、符号、语言等都必须考虑个体的审美习惯、国家和民族之间文化的差

异。当前随着国际贸易的增加，本国的制造商品常被销售到其他国家与民族，除了产品的本身使用性能外，设计者必须考虑使用者在文化传统上的差异性，只有这样才能使用户满意。以上是认知工效学 (Cognitive Ergonomics) 研究的内容，在先进制造技术系统研究开发和应用中十分重要。

以上 5 个层次的人-机界面见图 1-1。

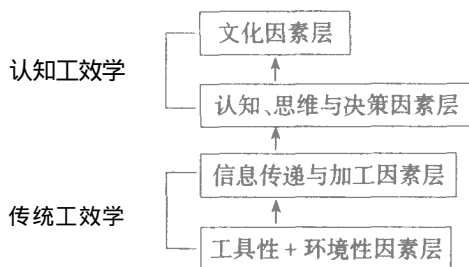


图 1-1 人-机界面的层次

(2)人-人协同因素。在传统的制造技术和方法中，由于严格细致地按部门、专业分工，人们的工作一般是独立进行的，很少有相互合作的必要。而在先进制造技术系统中，由于市场研究、设计、工艺、制造、维修服务等部门已通过计算机这种集成工具逐步一体化，同时由于必须快速响应市场的变化，更快地开发并生产出各种新产品投放市场，因此必须充分利用并协同各方力量来共同完成某一个任务或项目。如并行工程是组织一个跨部门、多专业的开发小组，在各种先进计算机及通信系统支持下来完成某一产品或项目；敏捷制造则是充分利用信息高速公路和通信设施，联合企业内外力量，组成动态的虚拟公司来完成某一需共同完成的产品或项目。从这些可以看出，未来的先进制造系统不仅仅是一个技术系统，更是一个社会系统。在这个社会系统中，只有实现人与人之间的密切合作才能充分发挥先进制造技术系统的威力。为此，我们必须研究：

- 人与人的合作机制、组织与组织的合作机制。如在并行工程

中，从传统的独立工作方式转变到跨部门多学科的小组工作方式，必须解决小组成员之间的合作机制问题。研究内容可能包括：个人的专业、经验、部门工作背景以及风险态度、价值观和文化修养对他们与其他小组成员合作行为的影响，并据此确定正确的合作方式和规则。在敏捷制造中，也同样要解决公司内部组织之间，以及内部组织与外部组织之间通过信息网络系统如何快速寻找合作伙伴并形成正确的合作方式和原则的问题，这是实现敏捷制造的重要前提。

• 对人的技能要求与培训。在先进制造技术系统中，对人的要求不是减弱了，而是大大加强了。先进制造技术系统对人的要求是多方面的，既有技术方面的，也有社会方面的。在技术方面，他必须掌握各种与高新技术 计算机、自动化、信息等 有关的新知识、新技术以及进行编程、监控、维护、维修、管理、处理突发故障等各种具体的操作能力。同时还必须具备与人合作、协调共同解决问题的能力。要使员工具备这些要求，就必须强化教育和培训，它显然包括与上面有关的三个方面内容：对有关新技术基本知识的教育培训，对有关机器操作技能的培训，以及对有关与人合作的态度和方法的培训。

人的技能要求和教育培训对先进制造技术系统实施的影响是先进制造技术系统研究开发和应用中都必须考虑的重要内容。

• 组织管理措施和组织文化环境。先进制造技术系统既然也是一个社会系统，存在着社会组织，因此影响人-人协同工作的不仅只是合作机制、技能要求与培训的问题，显然组织中的各种管理措施、组织文化环境同样也是非常重要的因素。它们主要包括：企业的工作流程设计、组织的结构形式、组织管理的幅度与层次、人员的工作绩效评价方法、工作激励措施、领导方式、组织中的各种非正式人际关系，以及公司企业的文化等，这些都是非常影响人们能否在一起充分发挥先进制造技术作用的重要因素，是今后研究的重要课题。

(3) 追求技术、人和组织的高度集成和协同是先进生产方式和制造系统发展的方向。

综上所述，一个真正经济、高效、安全的先进制造技术系统应该

是由技术、人和组织三方面高度集成和协调的系统（见图 1-2）。从中可以看出 在一个先进制造技术系统中 技术、人、组织三者都不是孤立的 而是相互关联配合的 只有从系统观点出发 将它们有效地集成协同在一起，才能真正达到对先进制造技术系统能带来巨大效益的期望。因此我们必须在以前对技术系统研究成果的基础上，大力加强对人的因素和组织管理的研究，从而最终实现一个技术、人、组织三方面集成协同的先进制造技术系统，真正造福人类。

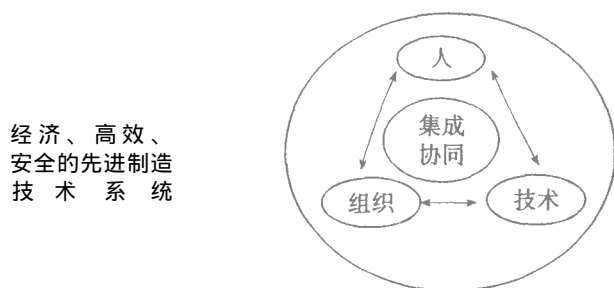


图 1-2 技术、人和组织的高度集成协同的先进制造系统

4. 企业的经营理念

企业的经营理念既是企业高层管理者的事情，也与员工有关。简单地说，经营理念反映了企业领导者如何看待下列问题：赢利的法则、对社会的责任以及如何对待顾客和员工等等。

(1) 知识经济时代的赢利法则。一个未来的企业家必须思考在信息时代他到底凭什么使自己的产品或服务取胜。一个产品的 T (Time :时间)、Q (Quality :质量)、C (Cost 成本) 和 S (Service 服务) 筹其中的一方面或几个方面往往是不同生产方式或时代所追求的赢利法则。如大量生产最强调成本 (C)。而到了信息和知识经济时代，最需要强调的要素之一便是时间 (T)。谁第一个做出产品投放市场，谁就有了一半的成功。另外，需要在这四个要素中再加入一个因素，那就是产品或服务中所包含的信息或知识 (Information/Knowl-